الجامعة العربية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة المعلوماتية

السنة الثانية دارات منطقية

الجلسة الأولى- القسم العملي

معلومات أساسية في النظم و الدارات الرقمية
Fundamentals in Digital and Logical Circuits

د .إيلي خليل ***م. رزان رسلان*** ***م .هلا معروف***

معلومات أساسية في النظم و الدارات الرقمية
Fundamentals in Digital and Logical Circuits

مقدمة إلى النظام الثنائي Introduction to the Binary System :

إن استيعاب نظام العد الثنائي أمر غاية في الأهمية قبل الخوض في دراسة و تصميم الدارات و النظم المنطقية ، ذلك أن هذا النظام هو الأساس الذي يرتكز عليه عمل معظم الدارات المنطقية و الحاسبات الرقمية.

و لندرس أولاً ما هو المقصود بهذا النظام و لنكتب العدد العشري 6754 كالتالي :

$$6754 = 6.10^3 + 7.10^2 + 5.10^1 + 4.10^0$$

و باعتبار أن النظام العشري هو النظام المستعمل عالمياً فإن قوى 10 مفهومة ضمناً دون الإشارة إليها . و نقول إن العشرة هي الأساس في نظام العد العشري .

لنعتبر الآن العدد N = 110101 و بفرض أن أساس العد هو 2 . يدعى نظام العد الذي أساسه 2 نظام العد الثنائي . و يمكننا كتابة N على النحو التالي :

$$N = 1.2^5 + 1.2^4 + 0.2^3 + 1.2^2 + 0.2^1 + 1.2^0$$

و بالتالي يكون العدد المرمز ثنائياً :

$$N = 32 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 53_{\text{(decimal)}}$$

إن الملاحظة الأهم مما سبق هي أن النظام الثنائي إنما يحتاج إلى رمزين فقط للترميز هما 1 و 0 . بينما نستعمل في النظام العشري عشرة رموز ....0,1,2,3,4 .هذان الرمزان يمكن أن يعبرا عن أية حالتين متمايزتين بشكل واضح أو بتعبير أدق حالتين متنافيتين من قبيل:

no yes
fulse true
close open
black white

و على اعتبار أن الحاسبات العددية تعتمد في بنيتها دارات فيزيائية تعمل بوثوقية أعلى عندما يتطلّب عملها التبديل بين حالتين مستقرتين فقط، و الأمثلة على ذلك هي : المفاتيح ، الحواكم ، الترانزستورات ...و بالتالي يمكن إعطاء إحدى الحالات المستقرة 1 أو 0 .و تعتمد قوة معظم الأنظمة الرقمية و خاصة الحاسبات إلى حد بعيد على إمكانية مكوناتها المادية في اتخاذ القرار و تخزين المعلومات بما فيها نتائج القرارات .

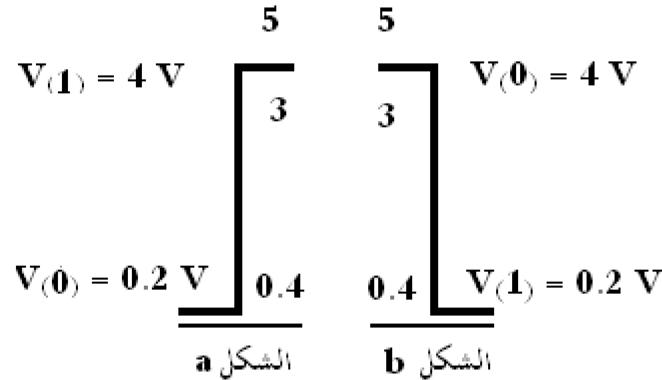
تجدر الإشارة هنا إلى النظم العددية الثلاثية و الرباعية و الثمانية و الست عشرية .. و التي يكون أساس العد فيها هو 3 و 4 و 8 و 16 .. كما تجدر الإشارة إلى أن ثمة إمكانية دائماً للانتقال من نظام عددي إلى نظام آخر .

الدارات الرقمية Digital Circuits :

في الأنظمة الرقمية الكبيرة و المعقدة كالحاسبات الألكترونية يكون عدد العمليات الأساسية اللازمة لتحقيق أي تابع مهما كان معقداً يكون محدوداً بحيث تتكرر هذه العمليات عدداً من المرات يتناسب و متطلبات التابع المراد تحقيقه . إن الدارات الأساسية الأكثر شيوعاً أربعة و هي : البوابات المنطقية NOT, AND , OR و القلاب " ثنائي الاستقرار FLIP-FLOP و التي تستعمل لتحقيق معادلات جبر بول الذي يستخدم بدوره كنظام تحليل رياضي للمنطق الثنائي .

تستخدم في الأنظمة الرقمية التي يعبّر عنها بالطريقة الثنائية دارات لها وضعيتا استقرار متمايزتان كالترانزستور الذي يعمل ما بين منطقتي القطع و الإشباع فقط و لا يسمح له بالعمل في المنطقة الفعالة فمثلاً يكون جهد المجمع في الترانزستور في مستواه العالي حوالي 4 فولت إذا كان يعمل في منطقة القطع و حوالي 0.2 فولت إذا كان يعمل في منطقة الإشباع .

و قد أُصطلح على أن نرمز للحالة المستقرة التي يكون فيها جهد المجمع في مستواه المنخفض بالحالة المنطقية 0 و للحالة المستقرة التي يكون فيها جهد المجمع في مستواه المرتفع بالحالة المنطقية 1 (المنطق الموجب) " الشكل a " مع التنويه إلى أن ثمة منطق آخر معكوس يعبر عن الجهد المرتفع للمجمع بالحالة المنطقية 0 و عن الجهد المنخفض بالحالة المنطقية 1 (المنطق السالب) " الشكل b " .



العائلات المنطقية Logical Families :

مقدمة :تنتمي الدارات المنطقية التي تصمم بتقنيات التجميع كدارات متكاملة ICs و التي تعتمد عليها الدارات الرقمية الحديثة إلى واحدة من العائلات المنطقية و تتميز كل عائلة منطقية عن بقية العائلات الأخرى بنوع التقنية المعتمدة في إعداد أشباه الموصلات التي تؤلف الدارة المنطقية إذ أن هذه التقنية هي التي تحدد ميزات هذا المكوَّن من حيث جهد التقنية و تبديد القدرة و سرعة التبديل و المناعة ضد الضجيج ...نذكر من هذه العائلات :

DDL,DTL,TTL,RTL,ECL,DCTL,CMOS…

إن العائلات الأكثر شيوعاً هي CMOS و TTL .

عائلة TTL :

تعرف هذه السلسلة بسلسلة 74 ذلك أن جميع مكونات هذه العائلة تبدأ بالرقمين السابقين 7400,7408,7432,74121… .

و يضاف أحياناً حرفا LS بعد الرقمين 74 للدلالة على أن هذه الدارة تنتمي إلى مكونات شوتكي المتميزة بالاستهلاك القليل للقدرة .و أحياناً يضاف بعد الرقمين 74 الحرف التالية :

F : نسخة عالية السرعة من المكون .

H : نسخة عالية السرعة و عالية القدرة .

L : نسخة منخفضة القدرة .

تعمل هذه العائلة في درجات الحرارة من 0 إلى 70 درجة مئوية .

في معظم التطبيقات ينبغي استعمال مكونات LS قبل غيرها لأنها تمثل تسوية جيدة ما بين سرعة العمل و استهلاك الطاقة .

عائلة CMOS :

تعرف هذه السلسة بسلسلة 40 و هي ترمز بالسابقة 4 و لذا فإن 4001,4175,4574 هي جميعها من مكونات CMOS .

تتميز عائلة CMOS بالميزات التالية :

1. استهلاك قليل جداً للقدرة الساكنة و يزداد مع زيادة سرعة التبديل و يبلغ حوالي ميلي وات عند التردد 1Mhz .
2. يكون زمن تأخير الانتشار لكل بوابة منطقية حوالي 50 nsec و ذلك بسبب بطء تبديل الترانزستورات MOSFET بشكل عام .
3. مجال تغيرات المنطق هي V_{DD} و هي مستقلة عن Fan-Out .

4. يتطلب وحدة تغذية بسيطة و رخيصة نظراً لصغر التيار المستجر .
5. استقرار حراري متميز .

متطلبات تغذية الطاقة إلى الدارات المنطقية :

- **عائلة TTL :** تعمل عند جهد تغذية مقداره $5V_{dc}$ و من المهم بمكان أن يكون هذا الجهد منظماً و ثابتاً . تتطلب مواصفات الدارة المتكاملة النموذجية من نوع TTL أن يكون تنظيم الفولتية أفضل من ± 5 % أي أن جهد التغذية يجب أن يبقى ضمن المجال (5.25 – 4.75) فولت . و لكن تستطيع معظم مكونات عائلة TTL أن تعمل بشكل جيد حتى خارج هذا المجال أي بين (5.5 – 4) ،تبقى الوظيفة النطقية نفسها للبوابة و لكن مميزات التبديل فيها تتغير كثيراً عند العمل على الجهد 4 V و هذا ما يفسر السبب الذي يجعل بعض الدارات المنطقية مثل العدادات و مقسمات التردد لا تعمل بالمواصفات الكاملة عندما يتم تشغيلها بجهد منخفض .
  إن الحد الأعلى لجهد التغذية عند استعمال TTL هو 7 V+ فإذا تجاوزت هذه القيمة ستكون جميع مكونات هذه العائلة معرضة للتلف بشكل سريع .
- **عائلة CMOS :** إن المكونات المنطقية من نوع CMOS أكثر تحملاً لجهود التغذية من العائلة TTL إذ أن جميع مكونات CMOS تعمل بجهود تغذية بين 3+ إلى 15+ فولت .
  إن حاجة هذه المكونات إلى تيار تغذية تكون ضئيلة جداً لذلك فهي مناسبة جداً للمعدات التي يتم تشغيلها بالبطاريات و إن معظم مكونات CMOS لا يحتاج إلى أي شكل من أشكال تنظيم القدرة و تستمر في عملها في معظم الأحيان إلى أن تهبط فولتية البطارية إلى مستوى أقل من 3 V .
  عند تشغيل مكونات CMOS بجهد تغذية منخفض تعمل بسرعات تبديل أبطأ و في الوقت الذي يشيع فيه تشغيل مكونات CMOS بجهد تغذية 5 V+ فإن سرعة التبديل يمكن ان تتضاعف إذا ما تم تشغيلها من جهد تغذية أعلى مثل (9+ , 12+ , 15+) .

إن مكونات TTL تحتاج إلى تيار تغذية أكبر بكثير من مثيلاتها من نوع CMOS فبوابة منطقية عادية من نوع TTL تتطلب تيار بحدود 8 mA أي أكثر بحوالي ألف مرة تقريباً من تيار نفس البوابة في العائلة CMOS و ذلك عند تشغيلها بسرعة تبديل نموذجية مقدارها 10 Khz .

المستويات المنطقية :

	العائلة TTL	العائلة CMOS
المستوى المنطقي 1	أكثر من 2 V	أكثر من $2/3.V_{DD}$
المستوى المنطقي 0	أقل من 0.8 V	أقل من $1/3.V_{DD}$
المستوى الوسيط	بين 2 V و 0.8 V	بين $2/3.V_{DD}$ و $1/3.V_{DD}$